

研究課題番号	5RF-1901
研究課題名	「ワカサギを指標とした富栄養化湖沼の生態系の健全性評価手法の提案」
研究実施期間	令和元年度～令和3年度
研究機関名	九州大学
研究代表者名	藤林 恵

1. 研究開発目的

湖沼生態系の健全性や構造をあらわすことができる指標開発を目的として、国内の湖沼に広く生息しているワカサギに注目し、以下の仮説について検討する。

- 1) ワカサギの脂肪酸組成は潜在餌源の脂肪酸組成を反映していて、餌環境の脂肪酸組成を推測するための指標としてワカサギの脂肪酸組成が利用可能か？
- 2) ワカサギの脂肪酸組成（＝餌環境の脂肪酸組成）から湖沼生態系の炭素転送効率を評価することで健全性を評価することは可能か？
- 3) 湖沼間のワカサギ脂肪酸組成から、湖沼の生態系構造を類型化することは可能か？

2. 研究目標

湖沼では栄養塩類や有機物量などを指標とした水質管理が進められてきた。その一方で、藍藻や水草の異常発生、それに伴う食物連鎖における炭素転送効率の低下や、漁獲や生物多様性の減少といった生態系に関する様々な問題も顕在化しており、湖沼の状態を生態系の健全性や構造といった観点からも評価できる指標を開発し、新たな湖沼管理の在り方を考えていく必要がある。

本研究では、湖沼の様々な生産者や細菌ごとに特有な脂肪酸が存在し、それらの脂肪酸は食物連鎖を介して高次の動物に移行すること、必須脂肪酸であるエイコサペンタエン酸（20：5 ω 3）を多く含む餌は食物連鎖において高い炭素転送効率を示すことに着目し、動物の脂肪酸組成を調べることで湖沼生態系の構造や健全性を評価できる指標が開発可能であると考えた。本研究では日本の湖沼に広く生息するワカサギに注目し、ワカサギの脂肪酸組成から湖沼生態系の健全性や構造を評価することができる指標の開発することを目的として下記3つの研究目標を設定した。

- 1) ワカサギの脂肪酸組成が食物網の起点となる湖沼懸濁物質を反映しているか明らかにする。そのために、月1回の定期調査（6月～11月）を刊行し、秋田県八郎湖を対象としてワカサギを中心とした食物網を明らかにするとともに、ワカサギと懸濁物質の脂肪酸組成との関係を解析し、ワカサギの脂肪酸組成を指標として湖沼懸濁物質の脂肪酸組成を評価可能か明らかにする。（初年度目標）
- 2) ワカサギの脂肪酸組成を指標とすることの意義を明確にする。そのために、国内6か所以上の湖沼を対象として、ワカサギの脂肪酸組成と生態系の健全性を示すと考えられる指標（食物連鎖長、高次捕食者の比率、種数）との相関を調べる。（2年目、3年目目標）
- 3) ワカサギの脂肪酸組成をもとに生態系構造による湖沼の新たな類型化を行う。そのために、国内10か所以上の湖沼を対象としてワカサギと環境要因を調査し、統計モデルを開発する。（3年目目標）

3. 研究の進捗状況

- 1) 秋田県八郎湖ではワカサギは0才魚と1才魚の2種類の個体群が確認され、それぞれ異なる餌源に依存していることや季節変化があることが明らかとなった。また成長速度の大きいワカサギ0才の脂肪酸組成が餌の脂肪酸組成をよく反映しており、ワカサギ0才の脂肪酸組成から湖沼の餌環境を推測できることが示された。とくに、ワカサギ0才と懸濁物質に含まれる必須脂肪酸のうち、20：5 ω 3と22：6 ω 3に有意な正の関係が検出された。ワカサギの脂肪酸組成から湖沼中の懸濁物

質に含まれる 20:5 ω 3 および 22:6 ω 3 の供給量ポテンシャルを評価できることが明らかとなり、目標 1) については達成された。

2) 八郎湖のワカサギ 0 才の 20:5 ω 3 含有率は年によって異なったが、含有率の高い年に、高次魚類（スズキ、オオクチバス、ウナギ）の漁獲率が高い傾向にあることが分かった。高次魚類の比率が高いことは食物連鎖において効率的に炭素が転送されていることを示しており、生態系の健全性が高いと考えられる。すなわち、ワカサギの脂肪酸組成を通して、湖沼生態系の健全性を評価できる可能性が見出された。

3) ワカサギ 0 才において各月で明確に脂肪酸組成が異なり、サンプリング時期に優占していた藻類の脂肪酸組成を反映していることが明らかとなった。ワカサギ 0 才の脂肪酸組成が餌環境と連動していることが示されたことから、ワカサギ 0 才の脂肪酸組成を解析することで、湖沼の生態系構造（生産者構造など）を評価できる見込みが見出された。

研究目標 1) については当初の研究計画通り研究を進めることができた。また、研究目標 2)、3) についても初年度から予備的なデータを得ることができ、研究計画以上の進展が見られた。

4. 環境政策への貢献(研究代表者による記述)

現在湖沼では水質指標のみでは対応困難なさまざまな生態系の劣化に関する問題を抱えており、水質指標のみならず、生態系指標を導入し新たな観点から湖沼管理を進めていくことが求められている。その一方で生態系の健全性や構造は非常に多面的な側面を持つことから、一律の指標によって生態系の健全性や構造を評価することは困難であり、そのことが生態系指標導入の弊害になっていると考えられる。そのような状況の中で、動物の脂肪酸組成に注目することで湖沼生態系の健全性や構造を評価可能な指標が開発されれば、環境政策への大きな貢献となる。生産者（藻類、沈水植物など）や細菌には特有の脂肪酸が存在し、食物連鎖を介して動物に移行する。結果として動物からは数十種類の脂肪酸が検出され、その組成は生息場の餌環境を反映している可能性が高い。すなわち、動物の脂肪酸組成には生息環境の情報が濃縮されており、それをうまく翻訳する術を開発することができれば、ワカサギの脂肪酸組成から湖沼の生態系構造や健全性の評価につながり、得られた脂肪酸組成を考慮した具体的な湖沼管理の指針及び湖沼水質保全計画において講じる施策の方向性を提供できる可能性も見込まれ、政策ニーズへの適合性は高い。

なお、得られた成果については秋田県八郎湖環境対策室や秋田県水産振興センターへの情報提供も行っている。

5. 評価者の指摘及び提言概要

研究は順調に進捗している。同位体比と脂肪酸組成を利用した食物網の解析やワカサギの EPA 含有率を用いた炭素転送効率の評価など、湖沼の健全性を評価する手法は新規であり、狙った成果も出つつある。ただ、ワカサギ EPA と炭素転送効率の関係については、もう少しデータを積み上げて説得力をますことが望ましい。こうした成果をワカサギのみならず他の魚種にも適用し、湖沼生態系の健全性に加え、富栄養化指標などに適用可能かどうか検討いただきたい。発展を期待する。

ワカサギにおける炭素添加効率を脂質栄養の観点から調べたという基礎研究としては興味深い結果が得られている。しかし、この指標で「富栄養化湖沼生態系の健全性評価の手法」まで広げるのは無理があるように思われる。従来の生態系健全性との関連性を明確にする必要があると考える。もしそれが難しい場合、炭素転送効率が生態系健全性にどのようにつながることの説明が必要と考える。

6. 評点

評価ランク：A